



## UJI POTENSIODINAMIK MATERIAL PELAPIS ANTI-KOROSI: Acrylic Paint-PANi/SiO<sub>2</sub>

**Received**  
8 October 2016

**Revised**  
29 November 2016

**Accepted for Publication**  
6 December 2016

**Published**  
27 December 2016

**Munasir<sup>\*</sup>, H. Umah, D.M.T Syahra**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Kampus UNESA, Surabaya, 60231, Indonesia

**\*E-mail:** [munasir\\_physics@unesa.ac.id](mailto:munasir_physics@unesa.ac.id)

### Abstract

Polyaniline (PANi) was successfully prepared from Ammonium Peroxodisulfate (APS) and aniline using chemical oxidation method. Silica (SiO<sub>2</sub>) was synthesized from natural sands taken from Banjar. PANi/SiO<sub>2</sub> composites were prepared using mechanical mixing route. The composites were prepared by varying the weight compositions of PANi:SiO<sub>2</sub> of 2.5%, and 5% for SiO<sub>2</sub>. Furthermore, the coating process of Paint-PANi/SiO<sub>2</sub> on SS304 stainless steel by spray coating technique. The characterization of anticorrosive behaviour of Paint-PANi/SiO<sub>2</sub> was tested by potentiodynamics method. The obtained Tafel curve was then analyzed by means of ANOVA method. The best anticorrosive performance referred to the sample of Paint-PANi/(5%)SiO<sub>2</sub>, both of before and after exposure processes. The corrosion rate of before and after exposure processes were 0,00896000 mpy and 0,00024408, respectively.

**Keywords:** Paint-PANi/SiO<sub>2</sub>, mechanical mixing, potentiodynamics, corrosion rate

### Abstrak

PANi telah berhasil disintesis dari APS (*Ammonium peroksidisulfat*) dan anilin dengan metode oksidasi kimia. Silika disintesis dari pasir bancar dengan metode kopresipitasi, sedangkan pembuatan komposit PANi/SiO<sub>2</sub> disintesis dengan metode *mechanical mixing*. Komposit PANi/SiO<sub>2</sub> disiapkan dengan komposisi fraksi berat PANi:SiO<sub>2</sub> bervariasi SiO<sub>2</sub> 2,5%, dan 5%. Selanjutnya dilakukan proses *coating* Cat-PANi/SiO<sub>2</sub> pada baja SS304 dengan teknik *spray coating*. Karakterisasi sifat anti korosi Cat-PANi/SiO<sub>2</sub> selanjutnya diuji menggunakan potensiodynamik. Kurva Tafel yang diperoleh dianalisis dengan metode ANOVA. Performa anti-korosi terbaik ditunjukkan oleh Cat-PANi/(5%) SiO<sub>2</sub> baik saat sebelum *expose* maupun setelah *expose*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebelum *expose* laju korosi CR~0,00896 mpy dan CR~ 0,00024408 mpy (setelah *ekspose*).

**Kata Kunci:** Komposit, CAT-PANi/SiO<sub>2</sub>, *mechanical mixing*, potensiodynamik, laju korosi

## 1. Pendahuluan

Bahan komposit PANi/SiO<sub>2</sub> menjadi material yang sangat menarik, khususnya terkait aplikasinya sebagai pengisi material pelapis permukaan baja dari bahan cat acrylic. PANi sebagai material polimer yang mempunyai sifat konduktif listrik yang baik, yang terbukti juga mampu melindungi baja dari kerusakan akibat korosi oleh medium korosif [1-4]. Sementara penambahan nano-TiO<sub>2</sub> atau SiO<sub>2</sub> mampu meningkatkan performa anti-korosi pada resin epoksi, termasuk mampu meningkatkan ketahanan korosi dan kekerasan nano-SiO<sub>2</sub>/epoksi melalui penambahan nano-SiO<sub>2</sub> [5].

Partikel nano SiO<sub>2</sub> memiliki sifat mekanik, keramik, isolator dan termal yang baik, serta terbukti memberikan efek positif jika dikombinasikan dengan PANi dengan komposisi tertentu sebagai pengisi material coating untuk perlindungan anti-korosi pada permukaan baja [4,6]. Dengan menggabungkan kedua material tersebut akan terbentuk material komposit PANi/SiO<sub>2</sub> yang dapat meningkatkan sifat fisik seperti sifat mekanik, sifat termal, dan sifat khas lain seperti ketahanan terhadap korosi [1, 7-8].

Perlindungan korosi pada baja karbon menggunakan material pelapis menggunakan komposit Polianilin/material anorganik  $\text{TiO}_2$  atau  $\text{SiO}_2$  tersubstitusi didalamnya, sebagai pewarna secara khusus pernah diteliti dan menunjukkan peningkatan kemampuan anti-korosi yang lebih baik. Hasil terbaik diperoleh pada penggunaan komposit PANi/ $\text{SiO}_2$  relatif terhadap PANi/ $\text{TiO}_2$  [1-2]. Sehingga untuk material pelapis Cat-PANi/ $\text{SiO}_2$  memiliki laju korosi paling rendah. Berbeda dengan yang dilakukan oleh Al-Dulami yang melakukan pembentukan komposit PANi- $\text{SiO}_2$  dengan metode in-situ [1], Zuhri, dkk melakukan pembentukan komposit PANi- $\text{SiO}_2$  dengan metode wet-mixing [4,6] dan menghasilkan laju korosi paling rendah pada material pelapis Cat-PANi/20% $\text{SiO}_2$  (0,0005196 mpy) [6]. Sementara penelitian menunjukkan bahwa pengaruh variasi waktu milling pasir pilika terhadap sifat ketahanan korosi komposit Cat-PANi/ $\text{SiO}_2$  sebagai pelapis pada plat baja, menunjukkan bahwa semakin lama waktu milling laju korosi semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel  $\text{SiO}_2$  maka sifat ketahanan korosi cat-PANi/ $\text{SiO}_2$  semakin baik [4].

Pada penelitian ini, dilaporkan hasil uji potensiodinamik material coating komposit PANi/n- $\text{SiO}_2$  yang disiapkan dengan metode mechanical mixing. Dalam uji potensiodinamik, komposit cat-PANi/ $\text{SiO}_2$  dilapiskan pada plat baja dengan menggunakan spray-coating. Dalam proses uji potensiodinamik, sampel diletakan dalam medium korosif (elektrolit) NaCl 1M.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Bahan dan Alat

Serbuk partikel  $\text{SiO}_2$  ukuran nanometer disintesis dari pasir kuarsa dengan metode hidrotermal-kopresipitasi. Polianilin disiapkan dari bahan dasar monomer *Aniline*, *Amonium Peroksidisulfat*  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  dengan metode oksidasi-kimia. Bahan lain yang dibutuhkan untuk penelitian adalah Aseton, N-Butanol, Cat Baja (*acrylice paint*), lempengan baja karbon Tipe SS304, dan larutan NaCl 1M sebagai medium korosif. Peralatan pendukung yang digunakan adalah: gelas reaksi, magnetik stirer, furnace, mechanical milling, dan Fourier Transform Infra-Red (FTIR), dan Potensiodinamik (polarisasi linier, PL).

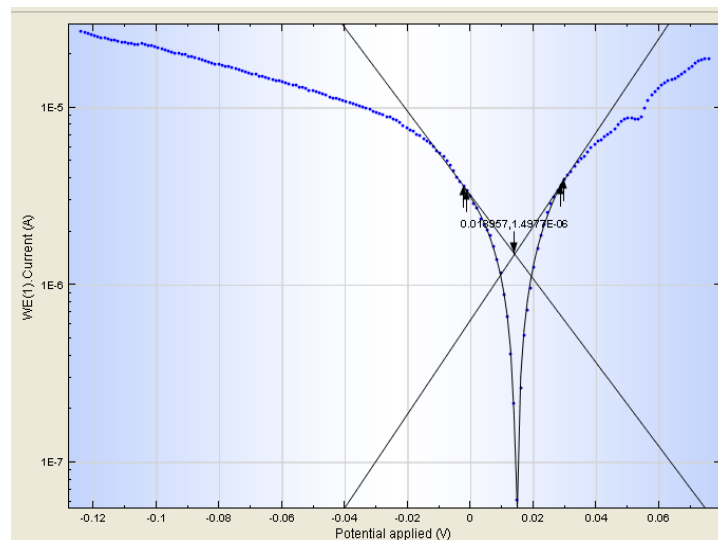
### 2.2 Metode

Penyiapan komposit PANi- $\text{SiO}_2$  dilakukan dengan metode *mechanical milling*, komposisi  $\text{SiO}_2$  2,5% dan 5%. Proses pelapisan Cat/PANi- $\text{SiO}_2$  pada permukaan baja SS304 dengan metode *spray coating*. Selanjutnya sampel-sampel dikarakterisasi dengan: uji, FTIR, SEM, dan PL, melalui uji ini akan diinformasikan hambatan polarisasi, arus korosi dan laju korosi.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Fabrikasi Cat-PANi/ $\text{SiO}_2$

Komposit PANi/ $\text{SiO}_2$  disiapkan dengan metode *mechanical mixing* dengan medium n-butanol. Hal ini sesuai dengan salah satu syarat komposit, yaitu apabila kedua material digabungkan menjadi satu tetapi tanpa terjadi reaksi kimia, maka sifat material yang terbentuk adalah gabungan dari dua sifat material asal. Hasil pencampuran PANi dan partikel  $\text{SiO}_2$  selanjutnya diuji dengan FTIR, pola serapan (absorpsi) pada komposit PANi/ $\text{SiO}_2$  secara umum cenderung mirip dengan PANi [1-2,4-5]. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan nanosilika tidak merubah struktur matrik, dan partikel nano silika masuk ke dalam rantai polimer PANi. Adanya pola serapan pada bilangan gelombang  $1114 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan pola serapan gugus Si-O-Si (siloksan). Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [6] yang mengindikasikan ciri khas nanosilika di dalam matriks polianilin, sehingga dapat diketahui bahwa pada komposit PANi/ $\text{SiO}_2$  sifat khas masing-masing bahan dasar masih ada. Pada pengujian polarisasi linier diperoleh data sebelum dan sesudah expose berupa tabel plot polarisasi sampel cat-PANi dan cat-PANi/ $\text{SiO}_2$  dengan kandungan silika 5%.



**Gambar 1.** Hasil analisis pola Tafel dengan menggunakan software ANOVA untuk sampel Cat-PANi/5%-SiO<sub>2</sub> sebelum *expose*

**Tabel 1.** Laju korosi material coating Cat-PANi/x-SiO<sub>2</sub>

Material Coating Cat/PANi-xSiO <sub>2</sub>	$E_{Corr}$ (mV)	$R_p$ (k $\Omega$ )	$I_{corr}$ ( $\mu$ A)	CR (mpy)	Keterangan
$x=2,5\%$	-55,792	0,1601	122,0100	0,2676	Non-expose
$x=5,0\%$	14,563	4,3349	3,9628	0,0089	Non-expose
$x=2,5\%$	-247,480	9,9056	2,9211	0,0065	Expose
$x=5,0\%$	-109,450	106,3500	0,1113	0,0002	Expose

Berdasarkan pola Tabel dan data ANOVA dapat dijelaskan bahwa semakin ke kanan, maka secara fisis semakin menjadi anoda dan sebaliknya. Sementara semakin ke bawah, maka akan semakin kecil nilai laju korosinya [9]. Laju korosi sampel sesudah di *expose* menurun dibandingkan sebelum di *expose*. Hal ini dipengaruhi oleh lapisan oksida yang terbentuk pada sampel. Oleh karena itu, semakin tebal lapisan oksida yang dihasilkan, maka semakin kecil nilai laju korosinya. Artinya bahan tersebut semakin tahan terhadap korosi. Hasil yang diperoleh sebelum *expose* yaitu sebesar 0,0089 mpy sedangkan sesudah *expose* yaitu sebesar 0,0002 mpy. Hal ini dapat dijelaskan bahwa komposit cat-PANi/SiO<sub>2</sub> lebih baik dibandingkan dengan cat-PANi saja.

Berdasarkan analisis kurva Tafel dan ANOVA diperoleh nilai laju korosi komposit cat-PANi sebelum *expose* sebesar 0,0108 mpy sedangkan sesudah *expose* nilai laju korosi yang diperoleh yaitu 0,00096 mpy. Hal ini dapat dijelaskan bahwa nilai laju korosi lebih baik sesudah *expose* dibandingkan dengan sebelum *expose*. Laju korosi cat-PANi/SiO<sub>2</sub> dengan kandungan silika 5% memiliki nilai yang optimum dengan laju korosi yang paling kecil diantara sampel lainnya yaitu 0,00024 mpy. Analisis Tafel (dengan software ANOVA), detail sebagai contoh ditunjukkan pada Gambar 1, untuk sampel Cat-PANi/10%-SiO<sub>2</sub> (*tanpa-expose*), secara detail data hasil ditampilkan pada bagian kiri pola Tafel.

#### 4. Kesimpulan

Komposit PANi/SiO<sub>2</sub> berhasil disintesis dengan metode *mechanical mixing* berbasis pasir alam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material pelapis anti korosi (*coating*) Cat-PANi/SiO<sub>2</sub> memiliki gugus fungsi gugus Si-O-Si sebagai pertanda bahwa partikel nano SiO<sub>2</sub> telah masuk ke dalam jaring polimer PANi dengan baik. Hasil uji potensiodinamik, menunjukkan bahwa pada komposisi SiO<sub>2</sub> 5% memiliki laju korosi yang terkecil baik pada kondisi tanpa-*ekspose* maupun kondisi *ekspose*. Dengan demikian pada komposisi 5% SiO<sub>2</sub> menunjukkan performa anti-korosi yang lebih baik.

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh DIKTI melalui Hibah Bersaing BOPTN-PT Universitas Negeri Surabaya. Oleh karena pada kesempatan ini penulis M menyampaikan terimakasih kepada LPPM UNESA dan DIKTI. Peneliti juga menyampaikan terimakasih kepada pihak Lab. Elektrokimia Teknik Kimia ITS atas kerjasamanya dalam pengambilan data.

### Daftar Rujukan

- [1] A.A. Al-Dulaimi, S. Hasyim, M. I. Khan (2011). Corrosion protection of carbon steel using polyaniline composite with inorganic pigments, *Sains Malaysiana*, 40(7), 757-763.
- [2] A.A. Al-Dulaimi, S. Hashim (2012). Improving The Anti-Corrosion Properties Via Surface Modification For Silicon Dioxide By Conductive Polymer. *International Journal Of Mechanical And Materials Engineering (Ijmme)*, 7(2), 113–118.
- [3] F.B. Lestari, M. Zainuri (2013). Pengaruh variasi milling time pasir silika terhadap sifat ketahanan korosi komposit PANi/SiO<sub>2</sub> pada plat baja. *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 1(1), 2337-3520.
- [4] Munasir, A.A. Zuhri, N.P Putri, P. Setriyarso (2014). Analisis Sifat Korosi Komposit PANI-SiO<sub>2</sub>/Acrylic Paint pada Medium 3,5 % NaCl. *Prosiding SNSPS IX, Fakultas Sains dan Matematika, UKSW*, 448-505.
- [5] S. Hongwei, L. Fuchun, Y. Lihong, H. Enhou (2008). Characterization of protective performance of epoxy reinforced with nanometer-sized TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub>, *Progress in Organic Coatings*, 62, 359–368.
- [6] A.A. Zuhri (2013). Sintesis dan karakterisasi nanokomposit PANi/SiO<sub>2</sub> sebagai pelapis tahan korosi. *J. Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 02(03), 1-6.
- [7] A. Maity, M. Biswas (2006). Water-dispersible conducting nanocomposites of polymethylmethacrylate-SiO<sub>2</sub> modified by polyaniline and polypyrrole. *J. Ind. Eng. Chem*, 12(4), 626-634.
- [8] N.Y. Abu-Thabit, A.S.H. Makhlof (2014). Handbook smart for materials coating: Recent advances in polyaniline (PANI)-based organic coatings for corrosion protection, *Woodhead Publishing Limited*, 459-485.
- [9] F. Mansfeld (2005). Tafel Slopes and Corrosion Rates Obtained in The Pre-Tafel Region of Polarization Curves. *Corrosion Science*, Vol. 47, 3178–3186.